

QUELQUES DONNÉES SUR LA LONGUEUR DES ADULTES  
DE *CALANUS HELGOLANDICUS* CLAUS  
PROVENANT DE VELIKO JEZERO (ILE DE MLJET)

par Tamara VUCETIC

Au cours de recherches sur le copépode *Calanus helgolandicus*, à Veliko Jezero (île de Mljet), certains travaux biométriques ont été effectués afin d'obtenir plus de renseignements sur la longueur des adultes, de pouvoir suivre les changements saisonniers éventuels et de connaître leurs causes.

Il a déjà été constaté (GRAN, 1902; ADLER et JESPERSEN, 1920; MARSHALL, 1933; BOGOROV, 1934; SOMME, 1934; DEEVEY, 1960) que chez différentes espèces de copépodes il existe des différences dans la grandeur et la structure des individus de la même espèce, soit par rapport à leur origine (profondeur, surface), soit quant à la localité de provenance. En outre, chez les organismes de la même localité il y a aussi des différences saisonnières dans la longueur et qui proviennent de changements de facteurs du milieu. La croissance en longueur chez les crustacés est liée à la mue, particulièrement dans les stades juvéniles. BAYER (1961) suppose qu'il y a peut-être des mues chez les crustacés adultes qui ne produisent pas de croissance en longueur. DRACH (1936) affirme pour le décapode que la croissance dépend du degré d'absorption d'eau. En conséquence, on voit bien que la croissance est le produit d'une interaction de plusieurs facteurs. MARSHALL et ORR (1955) ont pu constater l'action de plusieurs facteurs sur le mécanisme même d'une mue chez le copépode *C. helgolandicus*. Les exemplaires maintenus à la lumière ont mieux mué que ceux restés dans l'obscurité; les bien nourris ont aussi mieux mué que les non nourris; à la température de chambre les exemplaires muent mieux qu'à la température proche de 0° C.

Pour enregistrer les changements éventuels de longueur du copépode *C. helgolandicus* de Veliko Jezero, nous avons mesuré la longueur du métasome pendant les recherches faites entre 1951 et 1954. De 50 à 100 exemplaires de *C. helgolandicus* ont été retirés de la prise de zooplancton effectuée en coupe verticale avec le filet Hensen et mesurés (VUCETIC, 1957). La longueur du métasome (partie dorsale) a pu être mesurée, avec un appareil de projection, chez 3 280 organismes, donc 1 774 femelles et 1 506 mâles. Pour transformer en millimètres les valeurs obtenues en unités de micromètre oculaire, on a utilisé le facteur 0,057142. Pour constater qu'il s'agit, à Veliko Jezero, d'une ou de plusieurs populations, on a analysé la distribution de fréquence de longueur chez les adultes. La séparation de la population a été effectuée en calculant les fréquences de longueur et, ensuite, en enregistrant leur pourcentage cumulatif sur l'échelle de probabilité arithmétique (HARDING, 1949; CASSIE, 1954). En prenant en considération tout le matériel analysé, et la possibilité de tirer des droites, on a pu constater qu'il s'agit ici de population pure, c'est-à-dire que les organismes proviennent d'une même ponte et qu'il n'y a pas d'immigration d'autre localité. Cependant, on peut constater certaines digressions indiquant une variabilité dans les qualités d'une même population; celle-ci peut-être due à la prolongation de la génération précédente, ou à la ponte qui a persisté si longtemps que, plus tard, il s'est mélangé avec la nouvelle génération. C'est peut-être pour cela qu'on a obtenu, certains mois, des générations mélangées avec peu de caractéristiques différentes, à cause du changement du facteur du milieu pendant la phase de développement.

D'après les données obtenues par mensuration de la longueur, il a été possible d'exécuter des polygones de distribution de longueur pour les femelles et les mâles; on a déjà découvert graphiquement qu'il y avait d'importantes différences de longueur entre les femelles et les mâles, la longueur du métasome étant, chez les premières, constamment plus grande.

Outre les différences de longueur entre la femelle et le mâle, on a pu constater des différences saisonnières de longueur dans les organismes du même sexe. Pendant les mois d'hiver, la population se composait d'exemplaires de moindre longueur et, plus tard, apparurent des organismes avec une plus grande longueur du métasome. On a enregistré des différences statistiques significatives entre les valeurs moyennes arithmétiques du métasome dans certaines saisons, exceptionnellement au cours d'un intervalle d'un mois et, régulièrement, pendant un intervalle de trois mois.

En comparant les valeurs mensuelles moyennes de la longueur des organismes, on a constaté qu'il existait aussi des différences annuelles.

### *Variations de longueur par rapport au facteur biotique du milieu.*

Chez certaines espèces la longueur des individus peut changer après une forte augmentation du nombre ou de la densité de la population, ce qui n'est pas le cas pour une densité normale de la population (STANKOVIC, 1955). De là, on est passé à l'analyse des relations entre la longueur des individus et la densité de la population chez *C. belgolandicus*, de même que par rapport aux changements de la densité de toute la communauté zooplanctonique. Les résultats de cette comparaison font ressortir qu'en 1951 les plus grandes longueurs correspondent à l'époque de la plus grande densité de la population de *C. belgolandicus*. En 1952, l'augmentation de la longueur a suivi l'augmentation de la densité du zooplancton et de la densité de la population du *C. belgolandicus* jusqu'au mois de mai puis, en novembre, la densité minima du zooplancton et de la population de *C. belgolandicus* correspondait à la plus grande longueur (fig. 1).

Le même phénomène qu'en 1951 se répète en 1954, c'est-à-dire que la longueur de l'organisme croît avec l'augmentation de la densité de ce même organisme. Cependant, en 1954, au commencement de l'année, la longueur des exemplaires augmente parallèlement au nombre de copépodes *C. belgolandicus* et au poids sec du zooplancton. Plus tard, tandis que les valeurs de la densité du zooplancton et de *C. belgolandicus* baissent, les valeurs de la longueur se maintiennent hautes.

On pourrait presque dire qu'à l'augmentation de la densité du zooplancton et du nombre de copépodes *C. belgolandicus* (♀, ♂, Vst.) les femelles et les mâles (adultes) réagissent par la croissance de leur longueur. C'est peut-être le signe que la diminution de la nourriture, causée par une plus grande densité de la population, ralentit la maturité des femelles, ce qui résulte en une « prolongation de la croissance ». Cela semble tout à fait contraire à ce qui se passe chez les autres espèces d'organismes, où la diminution de longueur indique l'augmentation de la densité de population.

Les changements en longueur des individus ont été également analysés par rapport aux changements de densité du phytoplancton. D'après l'analyse graphique de ces données, c'est-à-dire par l'inclinaison de la ligne de régression calculée d'après l'ensemble du matériel, toute la période de recherches (mars 1951 à novembre 1954), il est possible de constater qu'il existe un très faible degré de corrélation positive entre la longueur du copépode et la quantité de la nourriture (fig. 2). Cependant, en analysant les données de la ligne de régression pour chacune des années, on a trouvé que la relation positive est statistiquement significative, c'est-à-dire que les longueurs augmentent avec l'augmentation de la nourriture, seulement chez les femelles, en 1952. Dans le sens négatif, on a pu constater que les organismes étaient moins longs quand la nourriture était plus abondante, chez les femelles en 1953 et chez les mâles en 1953 et 1954. La relation n'est statistiquement significative que pour les mâles en 1953.

Comme nous l'avons déjà indiqué au sujet de la densité de la population et de la longueur de l'individu, cette relation entre la quantité de la nourriture et la longueur des exemplaires

adultes, est très compliquée. Il est probable que l'augmentation de la nourriture accélère la maturation sexuelle, ce qui veut dire qu'elle diminue la croissance linéaire. C'est-à-dire que plus

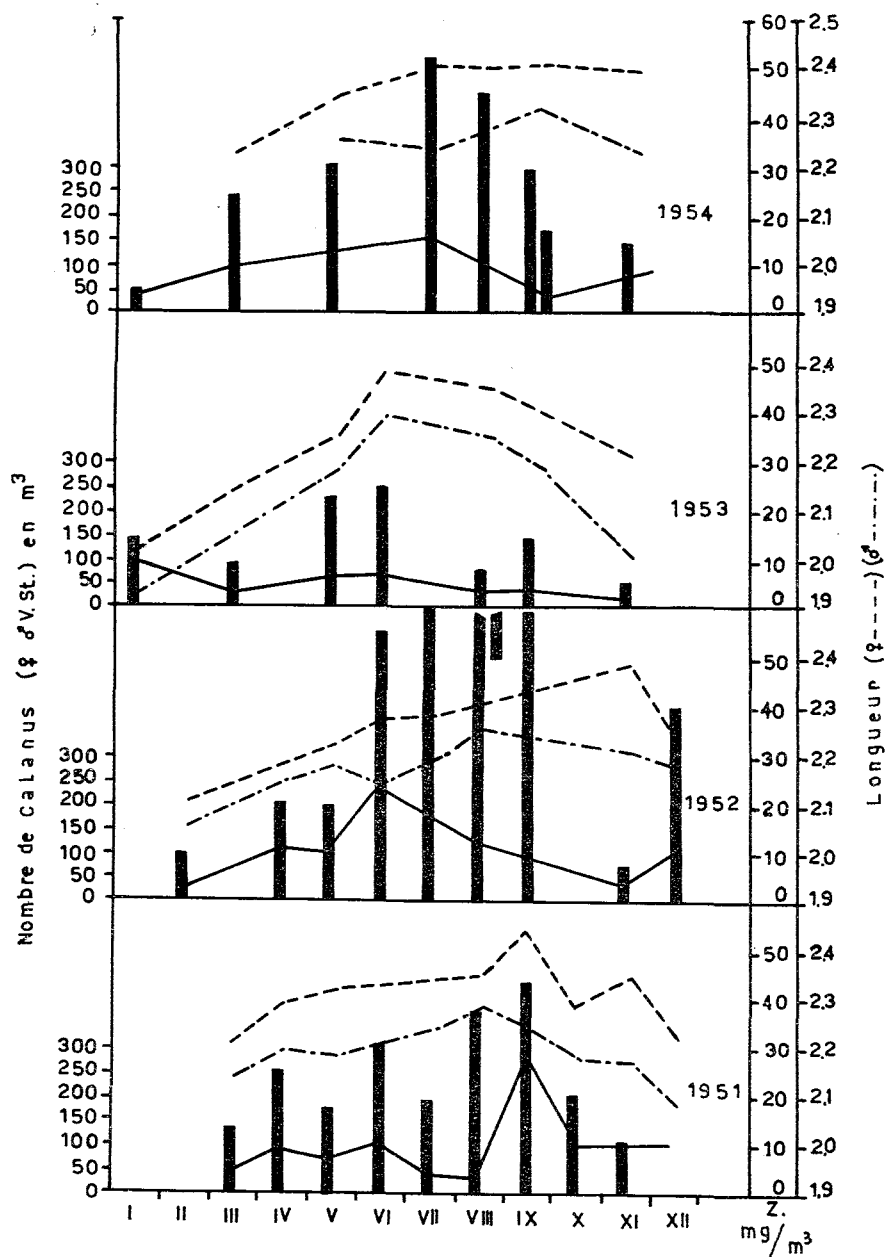


FIG. 1. — Longueur de *C. helgolandicus* (♀ tireté, ♂ point et tiret), densité de *Calanus*, valeur du zooplancton en  $mg/m^3$  du poids sec.

tôt ils mûrissent, plus tôt ils se libèrent des œufs et périssent. Chez les juvéniles, les recherches antérieures (CUSHING et VUCETIC, 1963), ont démontré que les stades jeunes sont de plus grandes dimensions quand il y a plus de nourriture, c'est-à-dire qu'entre la longueur du corps du stade copépodite I au V<sup>e</sup>, et la quantité de la nourriture, il y a la corrélation dans le sens positif, tandis que, chez les adultes, elle va dans le sens négatif.

*Variations des longueurs par rapport au facteur abiotique du milieu.*

Ce sont ADLER et JESPERSEN (1934) qui ont fait les premières recherches systématiques sur le changement de longueur chez *C. belgolandicus* adulte et les II, III, IV, V<sup>es</sup> stades copépodites. Ils ont pu constater que les organismes sont plus longs au printemps et moins longs en automne et en hiver. En cherchant les causes de ce changement, ils sont arrivés à conclure que la température joue un certain rôle, mais ils n'ont rien pu constater de tel pour la salinité. Ils ont

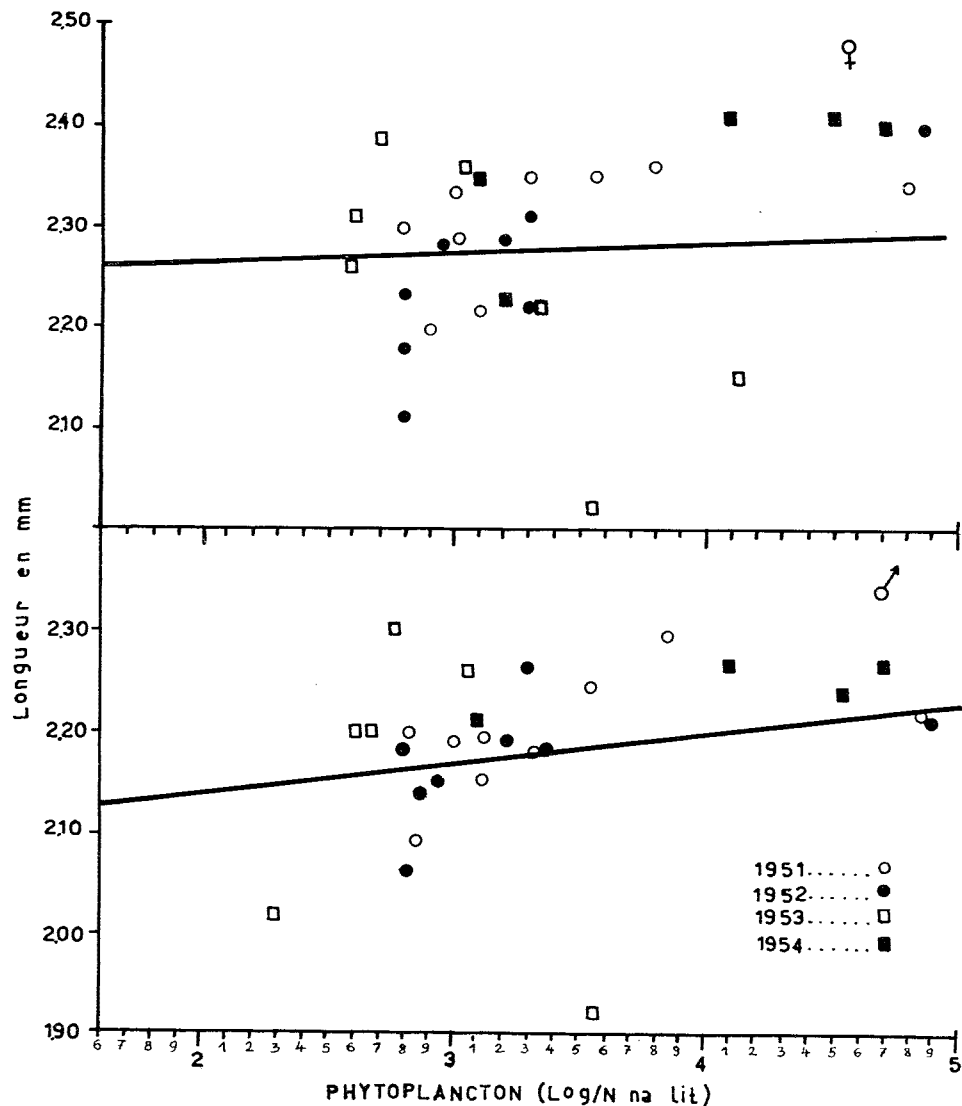


FIG. 2. — Ligne de régression longueur/phytoplancton.

noté qu'il existait une corrélation, c'est-à-dire que les plus grandes longueurs correspondaient aux températures basses. CLARKE et ZINN (1937) ont trouvé, à Wood's Hole, les plus longs au mois d'avril et les plus courts aux mois de mai et de juin. USSING (1938), travaillant sur le matériel du Groenland, a constaté qu'en été, pendant la plus haute température, les organismes ont été les plus longs. Dans cette région, le seul maximum annuel de phytoplancton commence en juin, donc pendant que la température est la plus haute. Après ses recherches expérimentales effectuées

en eau douce sur *Cyclops*, COKER (1933) est arrivé à conclure que vraiment la température agit directement sur la longueur, car les organismes élevés en eau froide sont plus grands que ceux élevés en eau chaude; il est d'opinion que le manque de nourriture prolonge la période de développement, mais n'a pas d'influence directe sur la longueur. DEEVEY (1960), à l'aide du coefficient de corrélation simple et multiple, a étudié le rapport entre la longueur, la température et le

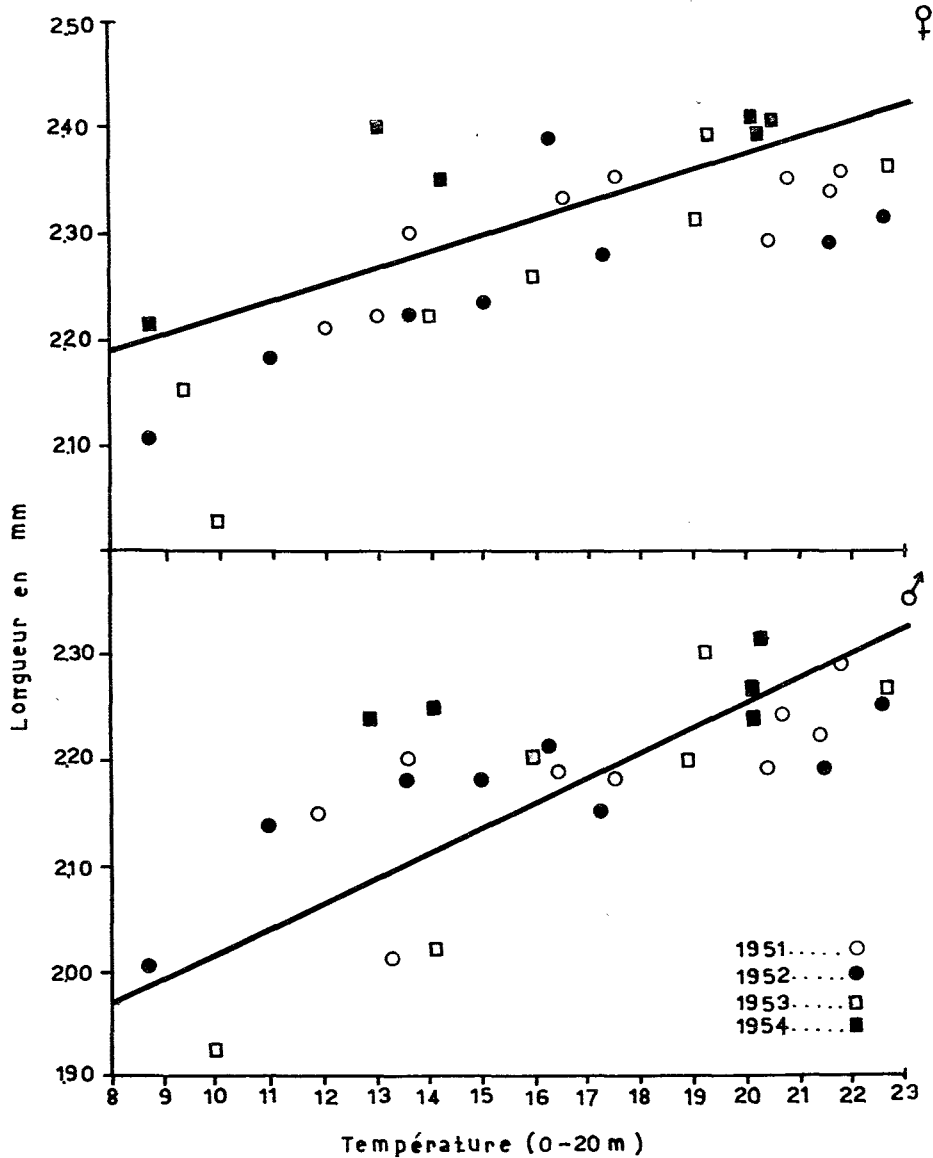


FIG. 3. — Ligne de régression longueur/température.

phytoplankton chez certains copépodes dans les régions suivantes : Long Island Sound, Méditerranée occidentale et Loch Striven. Cet auteur a obtenu des corrélations négatives significatives entre la longueur et la température pour les régions ayant une température moyenne annuelle de 14° C et au-dessous, et une corrélation positive et significative entre la longueur et la quantité de phytoplankton accessible au copépode pendant la période de développement. CUSHING et VUCETIC (1963) notent pour *C. finmarchicus* qu'avec l'accroissement de la température les stades plus jeunes apparaissent plus courts et les adultes plus longs.

D'après le matériel de Veliko Jezero, on a essayé d'examiner les changements de longueurs des exemplaires adultes, par rapport aux variations de la température de la mer. En examinant cette relation de la température (val. moy. pour la couche 0-20 m de profondeur) et de la longueur des organismes d'après les données numériques du matériel complet pour toute la période des recherches, on a obtenu une ligne de régression qui démontre qu'avec la hausse de la température de la mer la longueur des organismes croît (fig. 3).

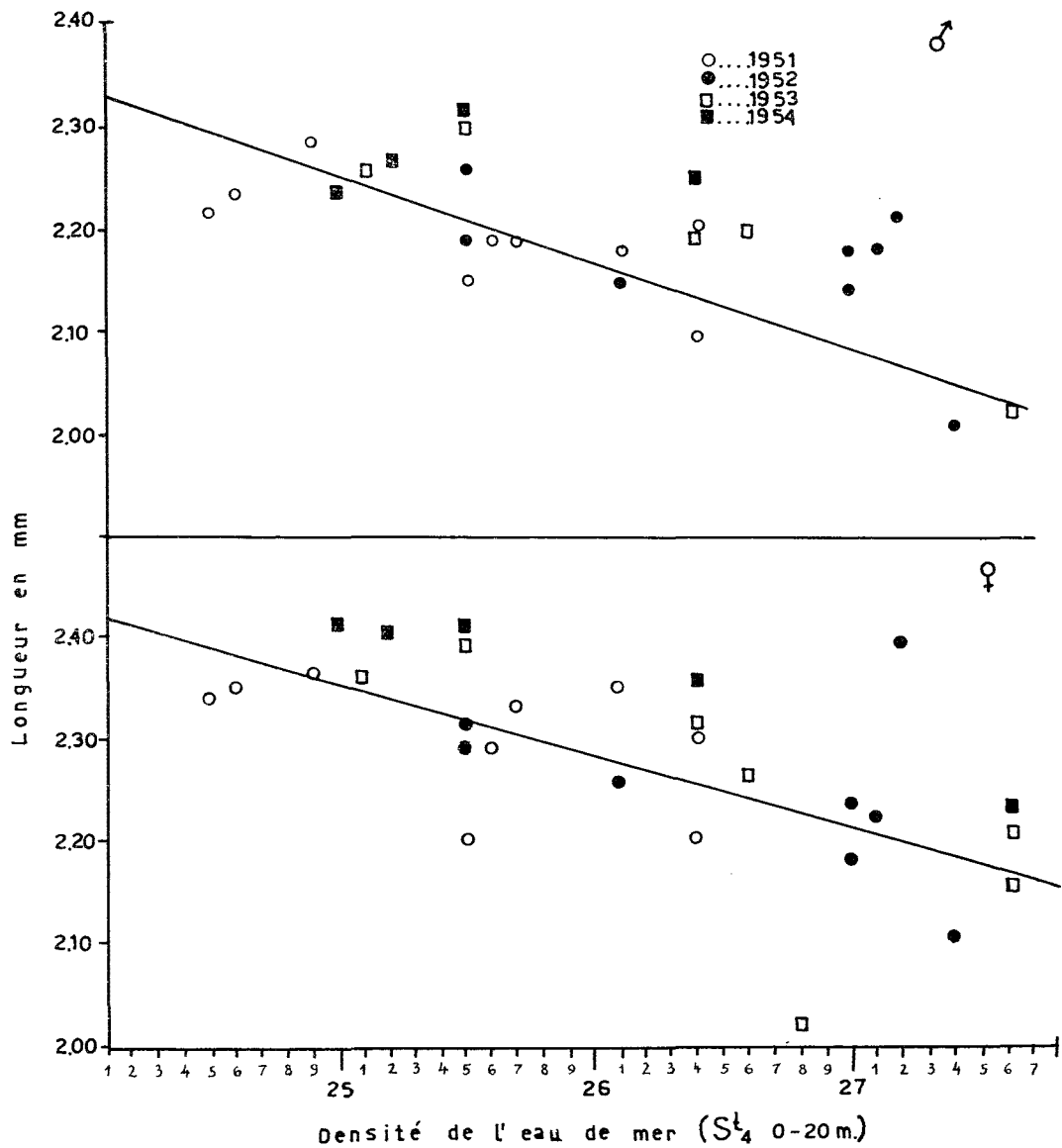


FIG. 4. — Ligne de régression longueur/densité de l'eau de mer (St<sub>4</sub>).

Les résultats statistiques pour chaque année de la période des recherches indiquent aussi une corrélation positive entre la température et la longueur des adultes. Cependant, une corrélation statistique significative a été obtenue pour les femelles et pour les mâles, uniquement en 1952, ce qui diffère complètement des données antérieures fournies par DEEVEY (1962).

Parmi les facteurs abiotiques considérés par nous, et qui ont aussi influencé la croissance linéaire, nous avons tenu compte de la variation de la salinité et de la densité de l'eau de mer. Sur notre matériel, nous avons comparé les valeurs moyennes arithmétiques de la longueur des femelles avec les valeurs moyennes de la salinité (0 m, 10-20 m), et d'après les résultats de ces recherches, on peut dire qu'avec l'accroissement de la salinité la longueur des organismes augmente. Cependant, en prenant la densité ( $S_{t4}$ ) pour les profondeurs de 0-20 m, on obtient déjà dans la présentation graphique de la ligne de la régression une corrélation très accentuée entre la longueur et la densité (fig. 4). Des organismes à métagomé plus long apparaissent dans la période de la densité la plus faible (la densité de la mer dépend de la température, de la salinité et de la pression). Dans notre cas, le facteur principal dont a dépendu la densité était la température, tandis que la salinité n'était qu'un facteur secondaire. La densité devrait influencer l'absorption de l'eau chez l'arthropode.

En concluant, on pourrait dire que, d'après tout ce qui précède, la croissance serait le résultat d'une interaction des facteurs multiples. La nutrition, ou la possibilité de la nutrition, est en relation avec la vitesse de métabolisme et de la respiration, qui dépendent de la température. Tout cela est en rapport avec la vitesse de la mue et de la croissance. A côté de cela, les facteurs abiotiques du milieu - parmi lesquels la densité momentanée de l'eau - jouent aussi un rôle important.

La plus grande part de la corrélation entre la température et la croissance en longueur du copépode mentionnée jusqu'à présent, ne serait peut-être uniquement qu'une conséquence de l'augmentation de la densité de l'eau qui agit sur la régulation osmotique des organismes en provoquant le changement des dimensions corporelles.

Mois	1951	1954	t	P
Mâle				
Mai	50	37	7,85	< 0,01
Juillet	18	61	3,23	< 0,01
Août	55	57	1,60	0,10
Septembre	50	57	6,66	< 0,01
Novembre	52	70	4,93	< 0,01
Femelle				
Mai	50	58	1,95	0,10
Juin	50	57	3,26	< 0,01
Août	50	53	1,95	0,05
Septembre	50	64	1,22	0,10
Décembre	50	53	3,33	< 0,01

TABL. 1. — Différences entre les valeurs de la longueur chez *C. belgolandicus* avant et après la fertilisation.

### *Influence de la fertilisation sur la croissance des organismes.*

Pour pouvoir constater dans quelle mesure l'augmentation de la production primaire après la fertilisation (BULJAN, 1957) peut influencer la longueur du copépode *C. belgolandicus*, nous avons séparé et comparé (en paires) les valeurs (arith. moy.) de la longueur de l'organisme pour les années 1951 et 1954; femelles : mois de mai, juin, août, septembre et décembre; mâles : mai, juillet, août, septembre et novembre (tabl. 1).

Les valeurs ainsi présentées font ressortir une augmentation de la longueur, statistiquement significative, des exemplaires de 1954. Ces années se différencient, non seulement par la longueur des organismes, mais aussi par leur apparition et la durée de leur croissance. En 1954, au moment de la fertilisation, sont déjà apparus au printemps des organismes plus longs et,

en automne, ils ont duré plus longtemps. Pour connaître la cause de ces différences, nous avons examiné les variations de la longueur par rapport à la température et à la densité de l'eau. Le facteur densité peut être tout à fait exclu car, en 1954, la densité a augmenté notablement sans produire (par absorption d'eau) une augmentation de la longueur. La température n'a pu en être la cause, n'ayant pas augmenté en 1954.

On pourra donc conclure que la fertilisation a pu influencer sur l'augmentation de la longueur, puisqu'elle augmente la biomasse du phytoplancton, et, vraisemblablement, par l'une des deux façons suivantes : premièrement la fertilisation aurait pu causer l'augmentation de la densité de la population du copépode *C. belgolandicus*, ce qui aurait provoqué une maturation ralentie et une « croissance prolongée » et fait paraître les organismes plus longs. Deuxièmement l'augmentation de la nourriture se serait répercutée sur la croissance des stades copépodites, ce qui se serait manifesté sur la longueur du métasome des adultes.

*Institut d'Océanographie et de Pêche, Split.*

#### BIBLIOGRAPHIE

- ADLER (G.) et JESPERSEN (P.), 1920. — Variations saisonnières chez quelques copépodes planctoniques marins. — *Medd. Komm. Havundersog, Kbh., Copenhagen, Ser. Plankton*, **2** (1) : 1-46.
- BOGOROV (B.G.), 1934. — Seasonal Changes in Biomass of *Calanus finmarchicus* in the Plymouth Area in 1930. — *J. Mar. Biol. Ass.*, **19** (2).
- BULJAN (M.), 1957. — Report on the results obtained by a new method of fertilization experimented in the marine bay « Mljetska jezera ». — *Acta Adriatica*, **6** (6).
- CLARKE (G.L.) et ZINN (D.J.), 1937. — Seasonal production of zooplankton off Woods Hole with special reference to *Calanus finmarchicus*. — *Biol. Bull. Woods Hole*, **73** : 464-497.
- COKER (R.E.), 1933. — Influence of temperature on the size of freshwater copepods (*Cyclops*). — *Int. Rev. Hydrob.* **29** : 406-436.
- CUSHING (D.H.) et VUCETIC (T.), 1963. — Studies on a *Calanus* patch, III. The quantity of food eaten by *Calanus finmarchicus*. — *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, Cambridge, **43** : 349-371.
- DEEVEY (G.B.), 1960. — The Effect of temperature and Food on Seasonal Variations in Length of Marine Copepods in some Eastern American and Western European Waters. — *Bull. Bingham Ocean. Coll.*, New Haven, **17** (2) : 54-85.
- GRAN (H.H.), 1902. — Das Plankton des norwegischen Nordmeeres von biologischen und hydrographischen Gesichtspunkten behandelt. — *Rep. Norweg. Fish. Invest.*, Bergen, **2** (5) : 222.
- MARSHALL (S.M.), 1933. — On the biology of *Calanus finmarchicus*. II Seasonal variations in the size of *C. finmarchicus* in the Clyde sea area. — *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **28** : 45-122.
- MARSHALL (S.M.) et ORR (A.P.), 1955 a. — On the Biology of *Calanus finmarchicus* VIII Food uptake, assimilation and excretion in adult and stage V *Calanus*. — *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **34** : 495-529.
- SOMME (J.), 1934. — Animal plankton of the Norwegian coast waters and the open sea. I. — *Fiskerid Skr, Havundersog*, Bergen, **4** (9) : 1-163.
- WATERMAN (T.), 1960. — The Physiology of Crustacea. — *Acad. Press New York, London*.